Réflexion d’ondes à la surface de l’eau sur un obstacle rectiligne

Objectifs expérimentaux

- Etude de la réflexion d’ondes à la surface de l’eau rectilignes sur un obstacle rectiligne
- Comparaison des directions des fronts d’ondes incidents et réfléchis et confirmation de la loi de réflexion (angle incident = angle de déflexion)
- Etude de la réflexion d’ondes à la surface de l’eau circulaires sur un obstacle rectiligne

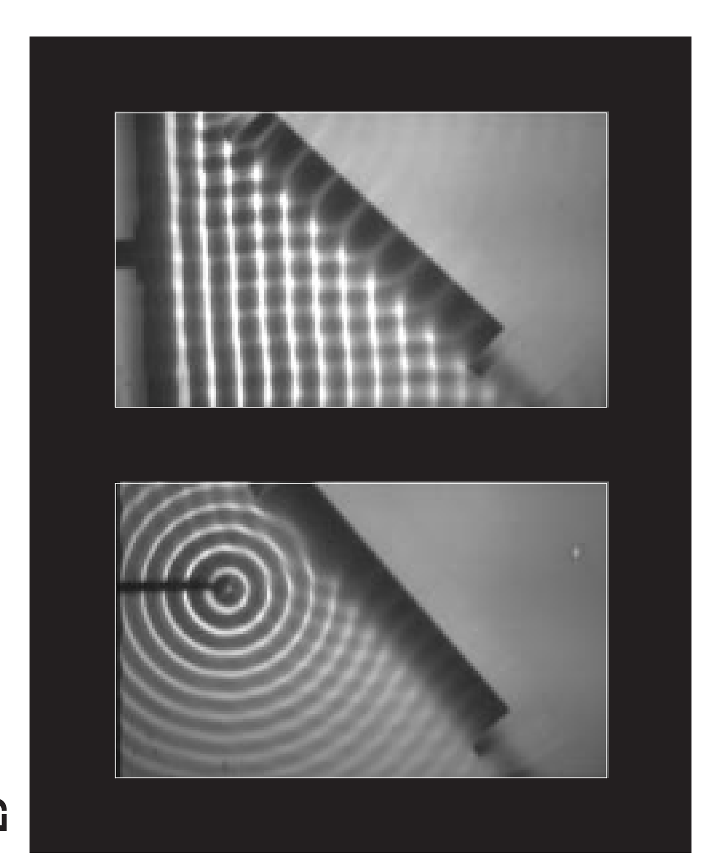
Principes de base

Les ondes à la surface de l’eau sont réfléchies sur des obstacles. Conformément au principe d’Huygens, les ondes réfléchies peuvent être captées en tant qu’enveloppe des ondes élémentaires, formées au niveau de l’obstacle. La réflexion sur un obstacle rectiligne correspond à la réflexion sur un miroir plan en optique.

Pour l’observation de la réflexion, on produit tout d’abord des ondes rectilignes dans la cuve à ondes remplie d’eau. Une paroi de réflexion se trouve dans la cuve à ondes, les fronts d’ondes et la paroi ne sont pas parallèles. Les rayons d’ondes obéissent à la loi de réflexion: angle incident = angle de déflexion.

Lorsque la paroi de réflexion est placée parallèlement aux fronts d’ondes rectilignes, des ondes stationnaires sont produites. Elles sont étudiées plus précisément dans l’essai „ondes stationnaires devant une paroi de réflexion“ faisant partie du thème „interférence avec des ondes à la surface de l’eau“.

La réflexion d’ondes circulaires donne naissance à de nouvelles ondes circulaires; chaque rayon d’onde radial est réfléchi sur la paroi de réflexion selon la loi de réflexion. Le centre des ondes circulaires reflétées se trouve dans le „point de réflexion“ de l’excitateur.



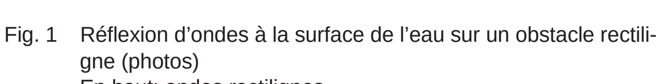


Fig. 1 Réflexion d’ondes à la surface de l’eau sur un obstacle rectiligne (photos)
En haut: ondes rectilignes
En bas: ondes circulaires





Matériel

1 cuve à ondes avec stroboscope à moteur . 401501

en complément:

Liquide vaisselle,
feuilles transparentes, feutres pour transparents, ruban adhésif, règle, rapporteur

Montage

Le montage expérimental est représenté en Fig. 2.

– monter la cuve à ondes sur une surface stable; se conformer au mode d'emploi de la cuve à ondes. Utiliser le niveau à bulles et vérifier que la plaque de verre soit horizontale.
– brancher l'excitateur d'ondes rectilignes comme en Fig. 3 et placer la paroi de réflexion au milieu de la cuve à ondes, de manière à former un angle de 45° avec l'excitateur.
– fixer une feuille transparente sur l'écran **(g)** avec du ruban adhésif.

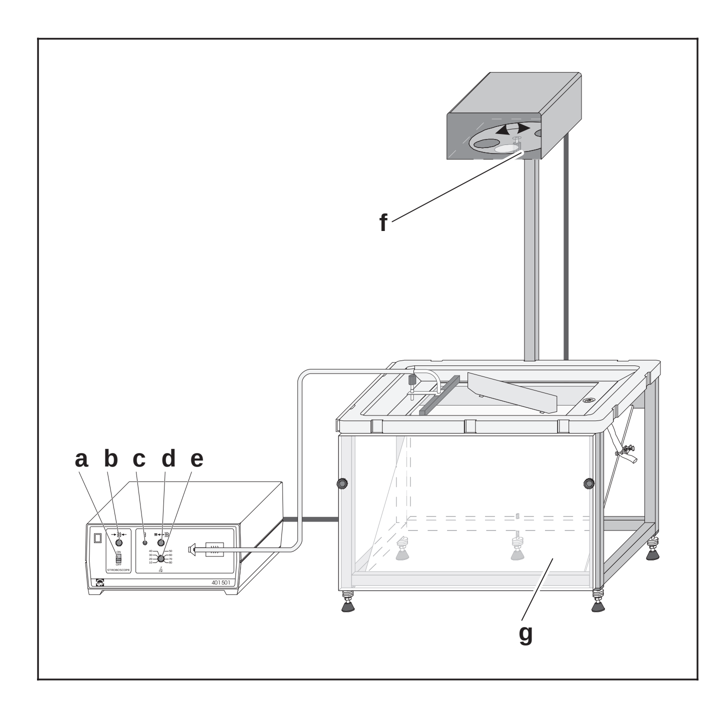
Réalisation

a) Réflexion d'ondes à la surface de l'eau rectilignes :

– éventuellement sortir le disque stroboscopique de la marche des rayons, à l'aide de la vis moletée **(f)**, de manière à ce que la plaque de verre au fond de la cuve à ondes soit totalement éclairée.
– régler la fréquence à 20 Hz avec le bouton **(e)** et augmenter doucement l'amplitude d'excitation avec le bouton **(d)**, jusqu'à apparition de fronts d'ondes nets (voir le mode d'emploi de la cuve à ondes).
– changer la profondeur d'immersion avec la vis de réglage **(h1)** si nécessaire.
– comparer les directions de propagation et les longueurs d'onde des fronts d'ondes incidents et réfléchis.
– refaire l'essai avec différentes fréquences d'excitation entre 10 et 30 Hz.
– pour la comparaison quantitative des longueurs d'onde et des directions de propagation, brancher le stroboscope avec l'interrupteur **(a)**, après un bref temps de démarrage régler la synchronisation des fréquences de l'excitateur et du stroboscope avec le bouton **(b)**, jusqu'à obtention d'une image d'onde nette.
– représenter la paroi de réflexion, les directions de propagation et l'écart des fronts d'ondes sur la feuille transparente.
– représenter l'axe d'incidence et mesurer les angles d'incidence et de déflexion.
– mesurer les longueurs d'ondes dans les deux régions et les comparer.
– faire varier la direction des ondes incidentes en tournant la paroi de réflexion, mesurer les angles d'incidence et de déflexion à chaque fois.
– refaire l'essai avec différentes fréquences d'excitation entre 10 et 60 Hz, procéder à un réglage fin si nécessaire.
– refaire l'essai avec un paquet d'ondes. Eventuellement sortir le disque stroboscopique de la marche des rayons. tourner le bouton d'amplitude **(d)** entièrement à gauche et actionner le bouton d'excitation d'onde unique **(c)**.

b) Réflexion d'ondes circulaires :

– brancher l'excitateur unique comme en Fig. 4, de telle manière que la pointe de l'excitateur se trouve à environ 4 cm de la paroi de réflexion.
– régler l'amplitude pour que les fronts d'ondes soient nettement visibles. Changer la profondeur d'immersion de l'excitateur avec la vis de réglage **(h2)** si nécessaire.
– comparer les directions de propagation et les longueurs d'ondes des fronts d'ondes incidents et réfléchis.
– faire l'essai avec différentes fréquences d'excitation entre 10 et 30 Hz.
– produire des ondes stationnaires avec le stroboscope. Régler des fréquences d'excitation entre 10 et 60 Hz.
– refaire l'essai avec un paquet d'ondes.



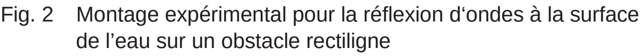
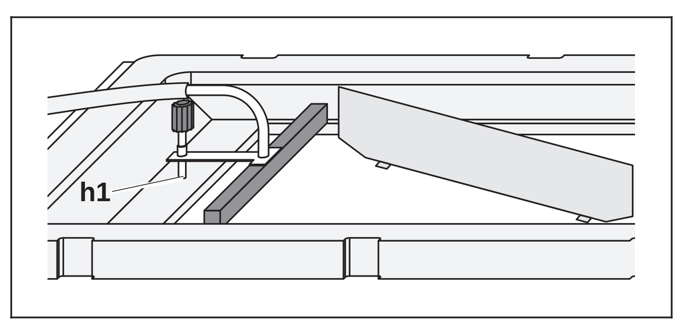


Fig. 2 Montage expérimental pour la réflexion d'ondes à la surface de l'eau sur un obstacle rectiligne
a interrupteur du stroboscope
b bouton (réglage fin de la fréquence du stroboscope)
c bouton poussoir (excitation d'ondes uniques)
d bouton (réglage de l'amplitude de l'excitation d'ondes)
e bouton (réglage de la fréquence de l'excitation d'ondes)
f vis moletée (rotation manuelle du disque stroboscopique)
g écran d'observation



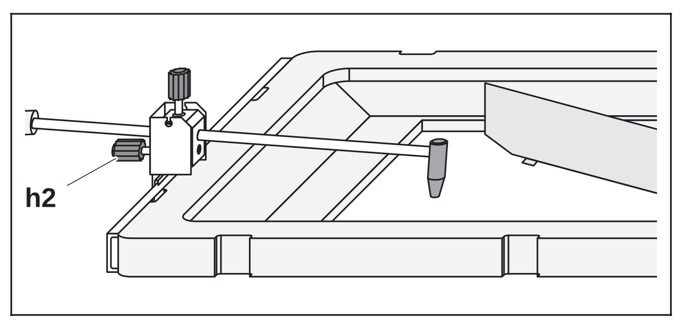


Fig. 3 Branchement de l'excitateur d'ondes rectilignes et disposition de la paroi de réflexion
h1 vis de réglage (réglage de la profondeur d'immersion)

Fig. 4 Branchement de l'excitateur unique et disposition de la paroi de réflexion
h2 vis de réglage (réglage de la profondeur d'immersion)

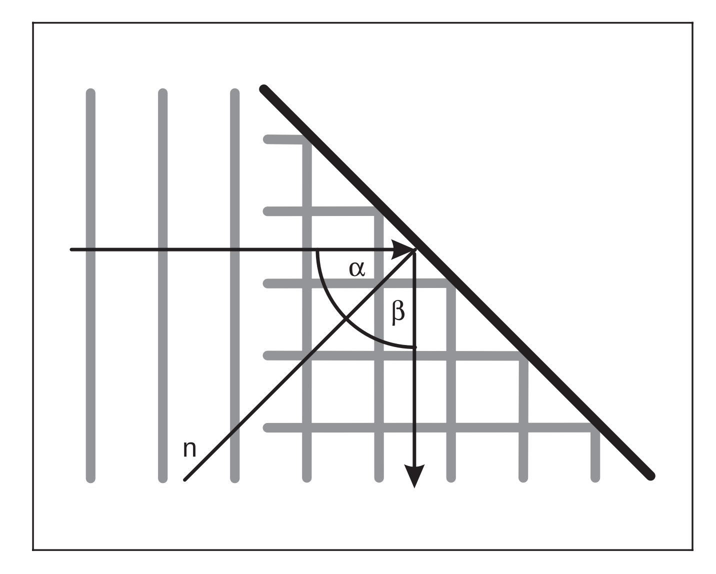


Fig. 5 Réflexion d'ondes à la surface de l'eau rectilignes sur un obstacle rectiligne (représentation sur une feuille transparente)
n: axe incident
α: angle incident, ici: 45°
β: angle de déflexion, ici: 45°

Exemple de mesure

a) Réflexion d'ondes à la surface de l'eau rectilignes

La première photographie de la Fig. 1 montre la réflexion d'ondes à la surface de l'eau rectilignes sur un obstacle rectiligne.

b) Réflexion d'ondes à la surface de l'eau circulaires

La deuxième photographie de la Fig. 1 montre la réflexion d'ondes à la surface de l'eau circulaires sur un obstacle rectiligne.

Résultats

a) Réflexion d'ondes à la surface de l'eau rectilignes

Les ondes rectilignes sont réfléchies par la paroi de réflexion. Les ondes réfléchies sont rectilignes à nouveau. La longueur d'onde ne change pas.

L'angle formé par l'onde incidente et l'axe incident est égal à l'angle formé par l'onde réfléchie et l'axe incident. (voir Fig. 5)

Angle incident α = angle de déflexion β

b) Réflexion d'ondes à la surface de l'eau circulaires

Les ondes circulaires sont réfléchies par la paroi de réflexion. Les ondes réfléchies sont circulaires à nouveau. Le centre des ondes circulaires reflétées se trouve dans le „point de réflexion" de l'excitateur.